

#### **4.       Dodatni statični račun - detajli ( upoštevane pripombe vmesne revizije JP-28/17)**

##### **4.1     Račun pristajalnega odbojnika**

- 4.1.1   Račun odbojnika
- 4.1.2   Dimenzioniranje podpore dostopnega mostu na cevi odbojnika
- 4.1.3   Dimenzioniranje spoja med zabitim delom odbojnika na koti +0.50m in montažnim delom
- 4.1.4   Dimenzioniranje polerja nosilnosti 1000 kN na ploščadi odbojnika
- 4.1.5   Dimenzioniranje pločevin med jeklenim panelom in cevjo odbojnika

##### **4.2     Račun priveznega mesta na morju**

- 4.2.1   Zasnova

##### **4.3     Dostopni most**

- 4.3.1   Račun dostopnega mostu
- 4.3.2   Račun pilota dostopnega mostu
- 4.3.3   Račun jeklenega ležišča med dostopnim mostom in betonskimi elementi

#### 4.1.1 Račun odbojnika

Izkoriščenost vzdolžnih napetosti po cevi je max.  $\mu=0.80$  in vsi deli so v 3. razredu kompaktnosti, kar pomeni, da ni lokalnega izbočenja elementov. Ravno tako ne nastopi zmanjšanje upogibne nosilnosti prereza na račun strižne obremenitve, ker je le ta vedno pod  $\mu=0.50$ .

Če približno upoštevamo še vpliv dodatnih momentov na cev odbojnika zaradi vertikalne obtežbe mostu in ploščadi na deformirani legi, dobimo dodatne momente v velikosti cca.  $194\text{kN} \times 0.45\text{m} \times 1.35 = 120\text{kNm}$ , kar pa pri maksimalnem momentu od pritiska ladje, ki znaša cca.  $17.000\text{kNm}$  predstavlja zanemarljiv (cca. 1%) delež, tako da smo s kontrolami na varni strani.

#### 4.1.2 Dimenzioniranje podpore dostopnega mostu na cevi odbojnika

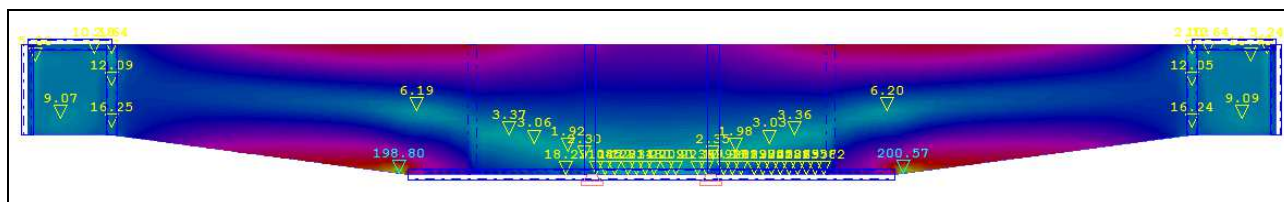
Podpora dostopnega mostu je zasnovana kot sistem vertikalnih med seboj pravokotnih pločevin iz jekla trdnostnega razreda S355J2.

Namenjena je podpiranju dostopnega mostu, in sicer tako, da sta obe cevi  $\Phi 219.1\text{mm}$  tlačnega pasu dostopnega mostu preko prečno in vzdolžno privarjenih ojačitvenih pločevin položeni na jekleno ploščo odbojnika. Jekleni mozniki so namenjeni prenosu horizontalne obtežbe z dostopnega mostu na odbojnik.

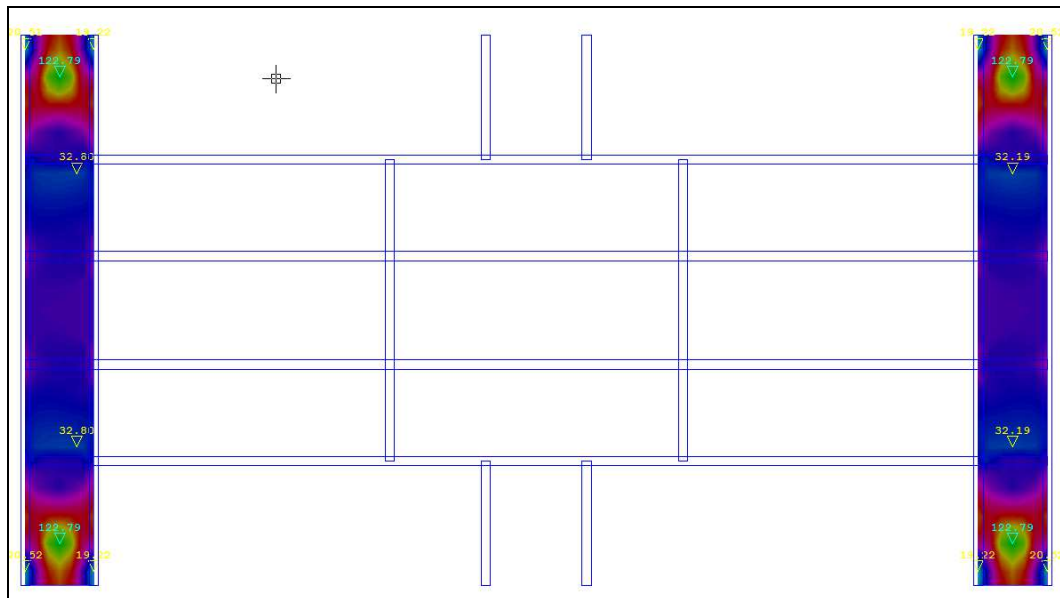
Pri obtežbi  $1000\text{ kN}$  na cevni odbojnik se vrh odbojnika premakne za max cca.  $35\text{ cm}$  prečno na linijo postavljenih odbojnikov. Deformacija zaradi temperaturne obtežbe na dostopni most pri konstantnem prirastu temperature čez prečni prerez  $\Delta T_{n,exp} = 43^\circ\text{C}$  je enaka cca.  $1.1\text{cm}$  skupaj. Temperaturni gradient preko prereza ne povzroča deformacij mostu v vzdolžni smeri. Predpostavim, da je začetno stanje podpor mostička na sredini lukenj, katerih premer je  $90\text{mm}$ . Zaradi temperaturnega raztezka dobim  $\sim 1.1\text{ cm}$  deformacije na celotni dolžini mostu  $35.2\text{m}$ . Izberem svetlo razdaljo med luknjo in moznikom enako  $2\text{cm}$  v vseh smereh. Vertikalna reakcija se prenaša preko horizontalne pločevinaste plošče in preko teflonskega (PTFE) ležišča debeline  $t=10\text{mm}$  na jekleno pasnico jeklene konstrukcije cevne odbojnika. Na vseh delih točkovnega vnosa reakcijskih sil mostu so vgrajene ojačitvene pločevine tako na detajlu podpiranja mostu, na stenasti podporni konstrukciji dostopnega mostu in na mestu podpiranja branaste konstrukcije s cevni odbojnikom. Maksimalni vertikalni pomik (v mejnem stanju nosilnosti) je manjši od  $1.0\text{ cm}$  in to je sprejemljivo ( $\approx 1/200$  konzolne razpetine v MSN).

Detajlno dimenzioniranje ležišča podpore (pripomba 2.2.2 (e) vmesne revizije JP-28/17, november 2017):

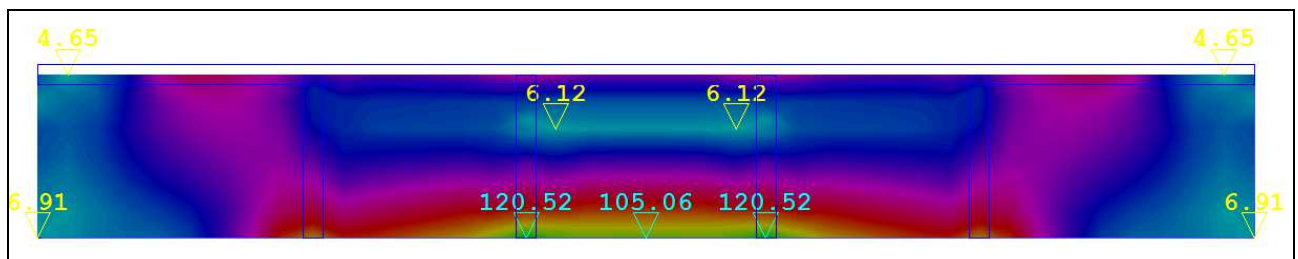
Spodaj je prikazan grafični del rezultatov izračuna iz programa Tower7:



Rezultanta napetosti v vertikalni pločevini  $t=30\text{mm}$ ;  $\sigma_{ur}=20.1\text{kN/cm}^2$  na spodnjem robu ob podpori.



Rezultanta napetosti v horizontalni pločevini  $t=30\text{mm}$ ;  $\sigma_{\text{ur}}=13.0\text{kN/cm}^2$  na mestu vnosa reakcije dostopnega mostu  $\rightarrow \text{OK}$ .



Rezultanta napetosti v vertikalni pločevini  $t=20\text{mm}$ ;  $\sigma_{\text{ur}}=12.5\text{kN/cm}^2$  na spodnjem robu  $\rightarrow \text{OK}$ .

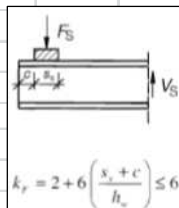
# Kontrola stabilnosti ležišča dostopnega mostu (glavne nosilne pločevine t=30mm):

Kontrola stabilnosti vertikalne pločevine ležišča dostopnega mostu			
1) Geometrija			
h=	40	[cm]	...celotna višina jeklene škatlaste konstrukcije
t=	3	[cm]	...debelina stojine
k <sub>σ</sub> =	4	[ ]	
2) Material			
f <sub>y</sub> =	35,5	[kN/cm <sup>2</sup> ]	S355
E=	0,814	[ ]	$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y [N/mm^2]}}$
E=	21000	[kN/cm <sup>2</sup> ]	
v=	0,3	[ ]	
EN 1993-1-5			
4 Uklon pločevin zaradi direktnih napetosti			
4.4 Pločevine brez vzdolžnih ojačitev			
Vmesne pločevine			
ψ=	1,00		
k <sub>σ</sub> =	4		
λ <sub>p,rel</sub> =	0,29		$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \frac{\bar{b}/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_\sigma}}$
→λ <sub>p,rel</sub> ≤	0,67	→ρ=1	
$\bar{\lambda}_{p,rel} \leq 0,5 + \sqrt{0,085 - 0,055 \psi}$			
4.6 Verifikacija			
F=	200	[kN]	*max akcija 1 podpore mostu
l=	1,60	[m]	
N <sub>Ed</sub> =	0,00	[kN]	
M <sub>Ed</sub> =	320	[kNm]	
h <sub>w</sub> =	34,0	[cm]	
t <sub>w</sub> =	3,0	[cm]	
b <sub>f</sub> =	73,2	[cm]	$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{f_y A_{eff}} + \frac{M_{Ed} + N_{Ed} e_N}{f_y W_{eff}} \leq 1,0$
t <sub>f</sub> =	3,0	[cm]	
I <sub>y</sub> ≈	136798,99	[cm <sup>4</sup> ]	
W <sub>eff</sub> =W≈	8047,00	[cm <sup>3</sup> ]	
η <sub>1</sub> =	0,12	OK	

6 Odpornost na vnos prečnih sil				
6.2.				
$s_s$ =	33	[cm]	...širina raznosa obtežbe na ležišče ploščadi	
$c$ =	0	[cm]	...odmik vnosa obtežbe od roba ležišča	
$h_w$ =	34	[cm]	...višina stojine na mestu vnosa obtežbe	
$t_w$ =	3	[cm]	...debelina stojine	
$t_f$ =	3	[cm]	...debelina pasnice	
$k_F$ =	7,82	<6!!!		
$k_F$ =	6,00		...slika 6.1(c)	
$b_f$ =	73,2	[cm]	$<2 \times 15 \times t_f$ =	73,2 [cm]
$m_1$ =	24,4			
$m_2$ =	2,6	$\rightarrow \lambda_F > 0,5$		
$m_2$ =	0,0	$\rightarrow \lambda_F \leq 0,5$		
$F_{cr}$ =	90052,9	[kN]		
$\lambda_F$ =	0,24			
$\chi_F$ =	2,1	<1,0!!	...faktor redukcije dolžine	
$\chi_F$ =	1,0			
$l_e$ =	469,8	[cm]	$\leq s_s + c$ =	33 [cm] ...en.6.13
$l_e$ =	33,0	[cm]		
$l_y$ =	68,0		...en. 6.11	...slika 6.1 (c)
$l_y$ =	48,6		...en. 6.12	
$l_y$ =	48,6	[cm]		
$L_{eff}$ =	48,58	[cm]	...dolžina raznosa obtežbe	
$F_{Rd}$ =	4703,6	[kN]		
$F_{Ed}$ =	200	[kN]	OK	
$\eta_2$ =	0,04			

$$k_F = 2 + 6 \left( \frac{s_s + c}{h_w} \right) \leq 6$$

7) Interakcija strig, upogib, osna sila				
$\eta_2 + 0,8\eta_1$ =	0,14	<1,4	OK $\eta_2 + 0,8\eta_1 \leq 1,4$	

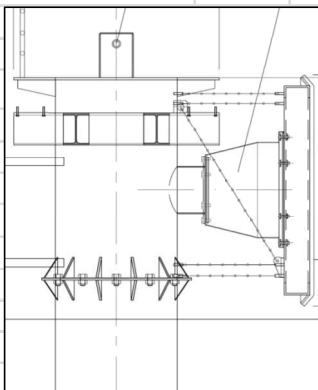


$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}}$$

## 4.1.3

## Dimenzioniranje spoja med zabitim delom odbojnika na koti +0.50m in montažnim delom (upoštevana pripomba 2.2.2 (b) vmesne revizije JP-28/17, nov. 2017)

<b>1 Zasnova</b>		
Zgornji del cevi odbojnika $\phi 1420/24\text{mm}$ s prirobnico povežemo s spodnjim delom cevi odbojnika na koti +0.50m (G). Prenos upogibnih obremenitev izvedemo preko prirobnice in vijakov z vmesnimi prečnimi ojačitvami.		
<b>2 Obtežba</b>		
Za obtežbo na odbojnik privzamemo obtežbe vrvi privezanih ladij na poler (vpliv vetra) v velikosti $F=1000\text{ kN}$ in pod kotom $\alpha=30^\circ$ glede na horizontalno ravnino. Obtežba učinkuje iz različnih smeri vzdolž obale, tako da izberemo krožni prerez in račun izvedemo kot da je istočasno maksimalna sila samo v eni smeri. Lastne teže bitve v računu ne upoštevamo.		
$F_h = F \cdot \cos \alpha$		
$\alpha =$	30 [°]	
$F =$	1000 [kN]	
$F_h =$	866,03 [kN]	
$F_v =$	500,00 [kN]	
<b>3 Obremenitve</b>		
Obremenitve na mestu vijačenega spoja so prikazane spodaj. Odbojnik modeliramo kot konzolo z višino 3,15m (0,65+2,50m).		
$h =$	0,65 [m]	
$\Delta h =$	2,50 [m]	
$\Phi_{\text{cev}} =$	1,420 [m]	
$\Phi_{\text{poler}} =$	0,40 [m]	
$N_{sd} =$	500,00 [kN]	*natezna osna sila
$M_{sd} =$	2827,98 [kNm]	
$V_{sd} =$	866,03 [kN]	
<b>4 Dimenzioniranje</b>		
<b>4.1 Kontrola cevi odbojnika</b>		
$\Phi_{\text{zun.}} =$	142 [cm]	
$t =$	2,4 [cm]	
$I =$	2564813,1 [cm <sup>4</sup> ]	
$W =$	36124,1 [cm <sup>3</sup> ]	
$A =$	1052,56 [cm <sup>2</sup> ]	

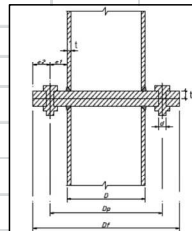


Slika 1: Cev odbojnika s prirobnico



Interakcija nateg-strig									
$F_{v,Sd}/F_{v,Rd}+F_{t,Sd}/(1,4 \times F_{t,Rd}) \leq 1,0$									
$0,46 \leq 1$ OK									
Kontrola na bočni pritisk:									
$t \geq F_{v,Sd} \times \gamma_{Mb} / (2,5 \times \alpha \times f_u \times d \times t)$					$\alpha = \min\{e_1/(3 \times d_0), p_1/(3 \times d_0) - 1/4, f_{ub}/f_u, 1\}$				
$t \geq$		0,14 [cm]							
vzamem $t =$		3 [cm]			$\phi =$	30 [°]			
$F_{b,Rd} = 2,5 \times \alpha \times f_u \times d \times t / \gamma_{Mb}$					$r =$		71 [cm]		
$F_{b,Rd} =$		1591,20 [kN]			$d_0 =$		5,5 [cm]		
					$p_1 =$		36,75 [cm]		$p_1 = 2r \times \sin(\phi/2)$
$e_2 =$		8,25 [cm]			$e_1 =$		18,38 [cm]		
$e_2/d_0 =$		1,50			$f_u =$		51 [kN/cm <sup>2</sup> ]		
					$f_{ub} =$		80 [kN/cm <sup>2</sup> ]		vijak M8.8
$F_{b,Rd,red} =$		1591,20 [kN]			$\alpha = \min:$	1,11	1,98	1,57	1
					$\alpha =$		1,00		
$F_{v,Sd} \leq F_{b,Rd,r}$ OK									
$t^* \geq$		0,14 [cm]							
Kontrola preboja pločevine:									
$B_{p,Rd} = (0,6 \times \pi \times d_m \times f_u / \gamma_{Mb}) \times t_p \geq F_{t,Rd}$					$d_m =$		8,452 [cm]		
$t_p \geq$		1,66 [cm]			$S355, f_u =$		49 [kN/cm <sup>2</sup> ]		
*če pločevina, debelejša od 40mm									
Strig ob robu cevne profila:									
$t \geq \sqrt{3} \times F_{t,Rd} \times \gamma_{M0} / (l \times f_y)$					$l =$		37,18 [cm]		
					$S355, f_y =$		33,5 [kN/cm <sup>2</sup> ]		
$t \geq$		1,45 [cm]							
Članek JCSR 85 2013 Draft.pdf (Argenco, Liege, Belgija)-utrujanje									
$D =$		142 [cm]			*zunani premer cevi				
$t =$		2,4 [cm]			*debelina cevi				
$D_p =$		157 [cm]			*premer linije vijakov				
$D_f =$		174,4 [cm]			*premer pasnice 16,2				
$a_w =$		1,8 [cm]			*debelina zvara				
$e_1 =$		7,5 [cm]			*razdalja od vijakov do cevi				
$e_2 =$		8,7 [cm]			*razdalja od vijakov do robov pasnice				
$n =$		8 [cm]			*razdalja od natezne sile do vijakov				
$m =$		5,46 [cm]			$m = e_1 - 0,8\sqrt{2} \times a_w$				
$e' =$		8,53 [cm]			$e' = \sqrt{(D_f^2/4) - D_p}/2$				
$k_1 =$		0,117							
$k_2 =$		17,541							
$k_3 =$		0,215							

$$k_1 = \ln \frac{D_f}{D - t}$$
$$k_2 = \frac{1}{2k_1} \left[ 2 + k_1 + \sqrt{k_1^2 + 4} \right]$$
$$k_3 = \ln \frac{D_f/2 + n}{D/2 - t/2}$$



$$k_1 = \ln \frac{D_p}{D - t}$$

$$k_2 = \frac{1}{2k_1} \left[ 2 + k_1 + \sqrt{k_1^2 + 4} \right]$$

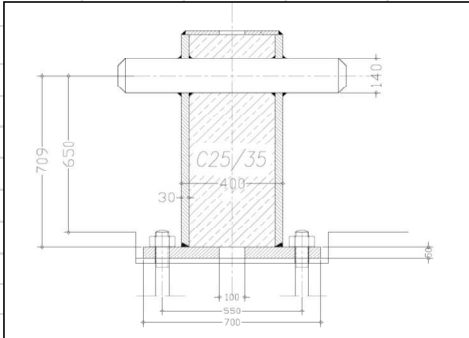
$$k_3 = \ln \frac{D_p/2 + n}{D/2 - t/2}$$



$f_y =$	33,5 [kN/cm <sup>2</sup> ]	*debeli pločevina
$t_{fl} =$	5,0 [cm]	
$m_{pl} =$	209,4 [kNcm/cm]	* $m_{pl}$ pasnice
*Eurocode		
1. način porušitve-tečenje prirobnice (tanka pločevina)		
$T_1 =$	37313,0 [kN]	*plastifikacija pasnice
	0,07 OK	$T_1 = 2\pi m_p \left[ 1 + \frac{D + D_p}{2m} \right]$
$n_{vij} =$	9,0	*število vijakov, ki so v nategu
$A_s =$	17,58 [cm <sup>2</sup> ]	
$\gamma_{Mb} =$	1,25	
$F_{t,Rd} =$	1012,6 [kN]	
2. način porušitve-tečenje prirobnice+porušitev po vijakih (vmesna debelina pločevin)		
$T_2 =$	5512,9 [kN]	*plastifikacija pasnice in odpoved po vijakih
	0,47 OK	$T_2 = \frac{2\pi m_u + nB_u}{m + n}$
3. način porušitve-porušitev po vijakih (debele pločevine)		
$T_3 =$	9113,5 [kN]	*odpoved po vijakih (debele pasnice)
	0,28 OK	$T_3 = B_u$
Izberem čelno pločevino t=50mm, S355 J2.		
*Vsi zvari so polnopenetrirani, polnonosilni.		

Izbrana je čelna pločevina debeline t=50mm, S355 J2 z 12 vijaki M52 8.8, ki so 7.5 cm oddaljeni od roba cevi. Čelna pločevina je dodatno ojačana z 12 prečnimi trikotnimi pločevinami, ki so privarjene med vijaki.

4.1.4 Dimenzioniranje polerja nosilnosti 1000 kN na ploščadi odbojnika  
(upoštevana pripomba 2.2.2 (b) vmesne revizije JP-28/17, nov. 2017)

<b>1 Zasnova</b>		
Privezna mesta na kopnem z nosilnostjo 1000 kN so pritjena na Ro-Ro rampo preko polerja s sidrnimi vijaki kvalitete M52 8.8.		
<b>2 Obtežba</b>		
<p>Za obtežbo na bitvo privzamemo obtežbe vrvi privezanih ladij na bitvo (vpliv vetra) v velikosti <math>F=1000</math> kN in pod kotom <math>\alpha=30^\circ</math> glede na horizontalno ravnino. Obtežba učinkuje iz različnih smeri vzdolž obale, tako da izberemo krožni prerez in račun izvedemo kot da je istočasno maksimalna sila samo v eni smeri. Lastne teže bitve v računu ne upoštevamo.</p>		
$F_h = F \cdot \cos \alpha$		
$\alpha =$	30	[°]
$F =$	1000	[kN]
$F_h =$	866,03	[kN]
$F_v =$	500,00	[kN]
<b>3 Obremenitve</b>		
		
Slika 1: Poler 1000 kN (na sliki privijačen)		
Največje obremenitve so ob stiku cevi bitve s čelno pločevino. Bitvo modeliramo kot konzolo z višino 0,65 m.		
$h =$	0,65	[m]
$\Phi_{\text{drog}} =$	0,14	[m]
$\Phi_{\text{poler}} =$	0,40	[m]
$N_{sd} =$	500,00	[kN]
$M_{sd} =$	622,29	[kNm]
$V_{sd} =$	866,03	[kN]
*natezna osna sila		
<b>4 Dimenzioniranje</b>		
<b>4.1 Kontrola cevi bitve</b>		
$\Phi_{\text{zun.}} =$	40	[cm]
$t =$	3	[cm]
$I =$	60066,47	[cm <sup>4</sup> ]
$W =$	3003,32	[cm <sup>3</sup> ]
$A =$	348,72	[cm <sup>2</sup> ]

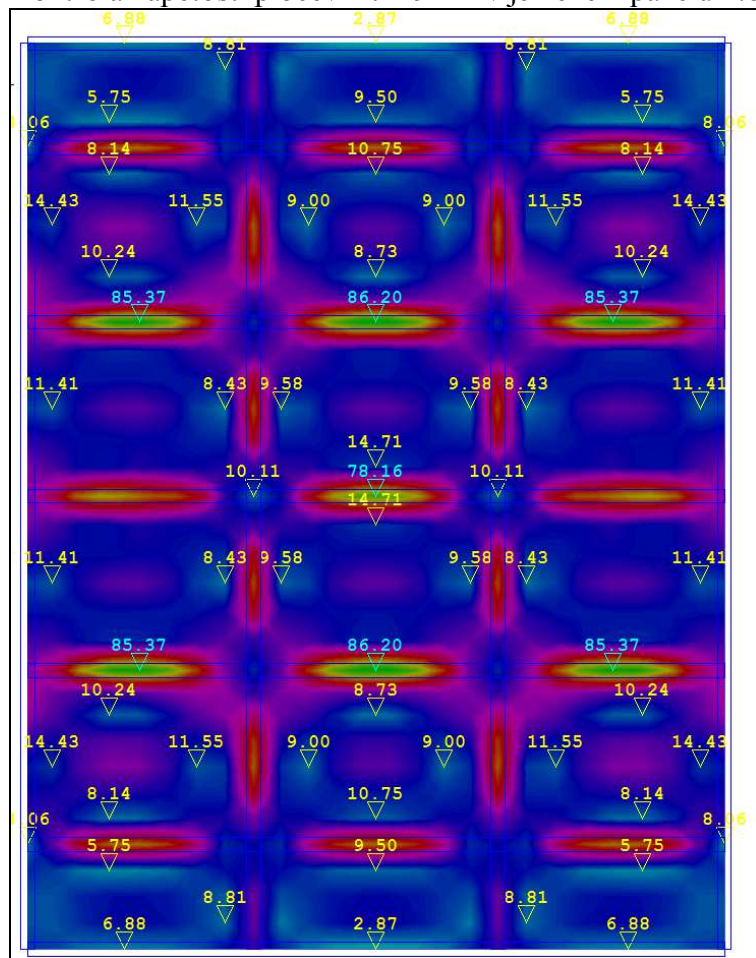
Upogib+osna sila					
$\sigma_{max.} =$	22,15	[kN/cm <sup>2</sup> ]			
$f_{yd} =$	35,5	[kN/cm <sup>2</sup> ]	*jeklo S355		
$\sigma_{max.} \leq f_{yd}$	OK				
Strig:					
$\tau_{sd} =$	3,94	[kN/cm <sup>2</sup> ]			
$\tau_{rd} =$	20,50	[kN/cm <sup>2</sup> ]			
$\tau_{sd} \leq 0,5 * \tau_{rd}$	OK, ni interakcije moment-strig				
Razred kompaktnosti cevi:					
d/t=	13,33	$< 50 * \epsilon^2 =$	33	1. razred kompaktnosti (S355, $\epsilon = \sqrt{235/f_y}$ )	
Izberem cev $\Phi_{zun.} = 40\text{cm}$ in z debelino stene $t=3\text{cm}$ , S355 J2, polnjeno z betonom C25/30.					
4.2 Kontrola čelne pločevine in vijakov:					
Natezna sila na najbolj obremenjenem vijaku:					
razdalje vijakov od nevtralne osi (tangentno na cev polerja, na polovici njene debeline)					
$r_1 =$	4,75	[cm]	2x		
$r_2 =$	18,5	[cm]	2x	$\sum r_i^2 =$	8507,71 [cm <sup>2</sup> ]
$r_3 =$	32,25	[cm]	2x		
$r_4 =$	42,32	[cm]	2x	$F_{max} = M_{sd} * r_{max} / \sum r_i^2$	*elastična razporeditev
$r_5 = r_{max}$	46	[cm]	1x		
$F_{sd} =$	378,13	[kN]	*natezna obremenitev na 1 vijak		
$F_{v, sd} =$	72,17	[kN]	*strižna obremenitev na 1 vijak		
$\sum F_{sd} =$	1809,14	[kN]	*skupna sila v vseh nateznih vijakih		
Potrebna dimenzija vijaka:					
$A_s \geq F_{sd} * \gamma_{Mb} / (0,85 * 0,9 * f_{ub})$			Sidrni vijaki M52 8.8		
$A_s \geq$	7,72	[cm <sup>2</sup> ]	$\gamma_{Mb} =$	1,25	
$\Phi_n \geq$	3,14	[cm]	8.8: $f_u =$	80	[kN/cm <sup>2</sup> ]
$F_{t, Rd} =$	1039,77	[kN]	$\gamma_{M0} =$	1,1	
M52, $A_s =$	17,58	[cm <sup>2</sup> ]			
Kontrola na prestrig vijaka:					
$F_{v, Rd} = 0,6 * f_{yd} * A_s / \gamma_{Mb}$					
$F_{v, Rd} =$	168,56	[kN]			
$F_{v, sd} \leq F_{v, Rd}$	OK				

Interakcija nateg-strig							
$F_{v,Sd}/F_{v,Rd}+F_{t,Sd}/(1,4 \cdot F_{t,Rd}) \leq 1,0$							
0,69	$\leq 1$	OK					
Kontrola na bočni pritisk:							
$t \geq 2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{Mb}$		$\alpha = \min\{e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 1/4, f_{ub}/f_u, 1\}$					
$t \geq$	0,23	[cm]					
			$\phi =$	30	[°]		
$F_{b,Rd} = 2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{Mb}$			$r =$	27,5	[cm]		
$F_{b,Rd} =$	72,17	[kN]	$d_0 =$	5,5	[cm]		
			$p_1 =$	14,24	[cm]	$p_1 = 2r \cdot \sin(\phi/2)$	
$e_2 =$	7,5	[cm]	$e_1 =$	11	[cm]		
$e_2/d_0 =$	1,36		$f_u =$	49	[kN/cm <sup>2</sup> ]	*S355, debela pločevina,	
			$f_{ub} =$	80	[kN/cm <sup>2</sup> ]	(>40mm), vijak M52 8.8	
$F_{b,Rd,red} =$	61,23	[kN]	$\alpha = \min:$	0,67	0,61	1,63	1
			$\alpha =$	0,61			
$F_{v,Sd} \leq F_{b,Rd,red}$							
$t^* \geq$	0,27	[cm]					
Kontrola preboja pločevine:							
$B_{p,Rd} = (0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot f_u / \gamma_{Mb}) \cdot t_p \geq F_{t,Rd}$			$d_m =$	8,452	[cm]		
$t_p \geq$	1,66	[cm]	S355, $f_u =$	49	[kN/cm <sup>2</sup> ]	*	
			*če pločevina, debelejša od 40mm				
Strig ob robu cevne profila:							
$t \geq \sqrt{3} \cdot F_{S,d} \cdot \gamma_{M0} / (l \cdot f_y)$		$l$	10,47	[cm]			
		S355, $f_y =$	33,5	[kN/cm <sup>2</sup> ]			
$t \geq$	1,87	[cm]					
Izberem čelno pločvino t=30mm, S355 J2.							
*Vsi zvari so polnopenetrirani, polnonosilni.							

Poler 1000 kN bo privarjen s polnopenetriranim zvarom direktno na ploščad odbojnika. Natezne napetosti se potem prenesejo direktno preko vertikalnih pločevin debeline t=30mm na spodnjo čelno pločevino in na cev odbojnika  $\Phi 1420$ mm.

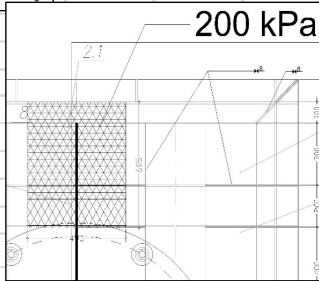
#### 4.1.5 Dimenzioniranje pločevin med jeklenim panelom in cevjo odbojnika

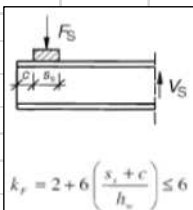
Kontrola napetosti pločevin  $t=19\text{mm}$  v jeklenem panelu  $2.6\times 2.0\text{m}$ :

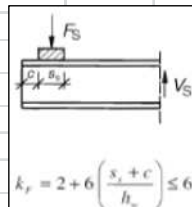


Največje rezultatne napetosti  $\sigma=8.6\text{ kN/cm}^2 \rightarrow \text{OK}$

Kontrola stabilnosti stojin v jeklenem panelu, če bi namesto stojin HEB profilov uporabili enako debele pločevine:

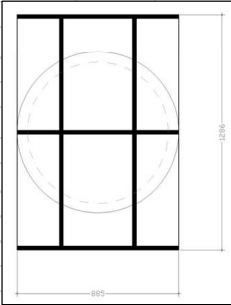
Kontrola stabilnosti pločevin panela			
1) Geometrija			
h=	30 [cm]	...celotna višina jeklene škatlaste konstrukcije	
t=	1,1 [cm]	...debelina stojine	
k <sub>σ</sub> =	4 []		
2) Material			
f <sub>y</sub> =	35,5 [kN/cm <sup>2</sup> ]	S355	$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y [N/mm^2]}}$ 
ε=	0,814 []		
E=	21000 [kN/cm <sup>2</sup> ]		
ν=	0,3 []		
EN 1993-1-5			
4 Uklon pločevin panela zaradi direktnih napetosti			
4.4 Pločevine brez vzdolžnih ojačitev			
Vmesne pločevine			
ψ=	1,00		
k <sub>σ</sub> =	4		
λ <sub>p,rel</sub> =	0,59		
→ λ <sub>p,rel</sub> ≤	0,67 → ρ=1	$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \frac{b/t}{28,4 \epsilon \sqrt{k_\sigma}}$	
		$\bar{\lambda}_p \leq 0,5 + \sqrt{0,085 - 0,055 \psi}$	
4.6 Verifikacija			
e=	0,50 [cm]	...vplivna širina (2×1/2 sosednjih razponov)	
l=	0,70 [m]	..."konzolni-prosti" del pločevine od odbojnika do roba panela	
F=	70 [kN]	*rezultanta pritiska 200kPa/1 pločevino	
N <sub>Ed</sub> =	0,00 [kN]		
M <sub>Ed</sub> =	49 [kNm]		
h <sub>w</sub> =	28,0 [cm]		
t <sub>w</sub> =	1,1 [cm]		
b <sub>f</sub> =	24,4 [cm]		
t <sub>f</sub> =	1,0 [cm]		
I <sub>y</sub> ≈	11580,40 [cm <sup>4</sup> ]		
W <sub>eff</sub> =W≈	827,17 [cm <sup>3</sup> ]		
η <sub>1</sub> =	0,18 OK	$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{f_y A_{eff}} + \frac{M_{Ed} + N_{Ed} e_N}{f_y W_{eff}} \leq 1,0$	
5.1 Strižna odpornost:			
Stojine:			

b/t <sub>≤</sub>	48,8				
b/t <sub>dej</sub> =	25,00	OK	→kontrola strižnega uklona ni potrebna		
a=	...razdalja med prečnimi ojačitvami				
h <sub>w</sub> =	28	[cm]			
t <sub>w</sub> =	1,1	[cm]			
λ <sub>w,rel</sub> =	0,36	<0,83/η=	0,69	$\bar{\lambda}_w = \frac{h_w}{86,4 t_w \varepsilon}$	
→χ <sub>w</sub> =	1,2				
V <sub>bw,Rd</sub> =	688,7	[kN]	<	804,9	[kN]
*upoštevan samo prispevek stojine					
V <sub>sd</sub> =	70	[kN]			
η <sub>3</sub> =	0,10	OK	≤0,5; OK, ni interakcije		
6 Odpornost na vnos prečnih sil					
6.2.					
s <sub>s</sub> =	30	[cm]	...širina raznosa obtežbe na ležišče ploščadi		
c=	0	[cm]	...odmik vnosa obtežbe od roba ležišča		
h <sub>w</sub> =	28	[cm]	...višina stojine na mestu vnosa obtežbe		
t <sub>w</sub> =	1,2	[cm]	...debelina stojine		
t <sub>f</sub> =	1	[cm]	...debelina pasnice		
k <sub>f</sub> =	8,43	<6!!!			
k <sub>f</sub> =	6,00		...slika 6.1(c)		
b <sub>f</sub> =	24,4	[cm]	<2×15×t <sub>f</sub> =	24,4	[cm]
m <sub>1</sub> =	20,3				
m <sub>2</sub> =	15,7	→λ <sub>f</sub> >0,5			
m <sub>2</sub> =	0,0	→λ <sub>f</sub> ≤0,5			
F <sub>cr</sub> =	6998,4	[kN]			
λ <sub>F</sub> =	0,47				
 $k_f = 2 + 6 \left( \frac{s_f + c}{h_w} \right) \leq 6$					
χ <sub>f</sub> =	1,1	<1,0!!	...faktor redukcije dolžine		
χ <sub>f</sub> =	1,0				
l <sub>e</sub> =	91,3	[cm]	≤s <sub>s</sub> +c=	30	[cm]
l <sub>e</sub> =	30,0	[cm]			...en.6.13
l <sub>y</sub> =	60,4		...en. 6.11		...slika 6.1 (c)
l <sub>y</sub> =	36,0		...en. 6.12		
l <sub>y</sub> =	36,0	[cm]			



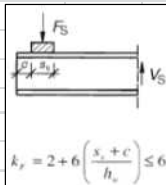
L <sub>eff</sub> =	36,00	[cm]	...dolžina raznosa obtežbe		
F <sub>Rd</sub> =	1394,2	[kN]			
F <sub>Ed</sub> =	60	[kN]	OK	$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}}$	
η <sub>2</sub> =	0,04				
7)Interakcija strig, upogib, osna sila					
η <sub>2</sub> +0,8η <sub>1</sub> =	0,19	<1,4	OK	$\eta_2 + 0,8 \eta_1 \leq 1,4$	

# Kontrola pločevin med gumijastim odbojnikom in cevjo odbojnika:

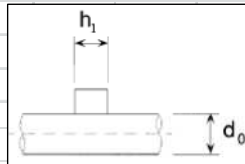
10.1) Geometrija			
h=	60 [cm]	...celotna višina jeklene škatlaste konstrukcije	
t=	2 [cm]	...debelina stojine	
n=	2 []	...št. navpičnih pločevin	
k <sub>σ</sub> =	4 []		
10.2) Material			
f <sub>y</sub> =	35,5 [kN/cm <sup>2</sup> ]	S355	$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y [N/mm^2]}}$ 
ε=	0,814 []		
E=	21000 [kN/cm <sup>2</sup> ]		
ν=	0,3 []		
EN 1993-1-5			
4 Uklon pločevin panela zaradi direktnih napetosti			
4.4 Pločevine brez vzdolžnih ojačitev			
Vmesne pločevine			
ψ=	1,00		
k <sub>σ</sub> =	4		
λ <sub>p,rel</sub> =	0,65		
→ λ <sub>p,rel</sub> ≤	0,67 → p=1	$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \frac{b/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_\sigma}}$	
		$\lambda_p \leq 0,5 + \sqrt{0,085 - 0,055 \psi}$	
4.6 Verifikacija			
l=	0,45 [m]		
F=	204 [kN]		
N <sub>Ed</sub> =	0,00 [kN]		
M <sub>Ed</sub> =	92 [kNm]		
h <sub>w</sub> =	57,0 [cm]		
t <sub>w</sub> =	2,0 [cm]		
b <sub>f</sub> =	73,2 [cm]		
t <sub>f</sub> =	3,0 [cm]		
I <sub>y</sub> ≈	61731,00 [cm <sup>4</sup> ]	$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{f_y A_{eff}} + \frac{M_{Ed} + N_{Ed} e_N}{f_y W_{eff}} \leq 1,0$	
W <sub>eff</sub> =W≈	2166,00 [cm <sup>3</sup> ]	$\frac{\gamma_{M0}}{\gamma_{M0}}$	
η <sub>1</sub> =	0,13 OK		
I <sub>y</sub> =	63,6	...en. 6.11	...slika 6.1 (c)
I <sub>y</sub> =	49,9	...en. 6.12	
I <sub>y</sub> =	49,9 [cm]		
L <sub>eff</sub> =	49,01 [cm]	...dolžina raznosa obtežbe	
F <sub>Rd</sub> =	3163,5 [kN]		
F <sub>Ed</sub> =	1020 [kN]	OK	$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}}$
η <sub>2</sub> =	0,32		
7) Interakcija strig, upogib, osna sila			
η <sub>2</sub> +0,8η <sub>1</sub> =	0,43 < 1,4	OK	$\eta_2 + 0,8 \eta_1 \leq 1,4$



5.1 Strižna odpornost:			
Stojine:			
$\eta =$	1,2	S355	(do S420)
$b/t \leq$	48,8		
$b/t_{\text{dej}} =$	30,00	OK	→ kontrola strižnega uklona ni potrebna
$h_w =$	57,0	[cm]	
$t_w =$	2	[cm]	
$\lambda_{w, \text{rel}} =$	0,41	$< 0,83/\eta =$	0,69
$\rightarrow \chi_w =$	1,2		
$V_{Dw, Rd} =$	2548,9	[kN]	$<$ 2683,1 [kN]
*upoštevan samo prispevek stojine			
$V_{sd} =$	204	[kN]	
$\eta_3 =$	0,08	OK	$\leq 0,5$ ; OK, ni interakcije
6 Odpornost na vnos prečnih sil			
6.2.			
$s_s =$	30	[cm]	...širina raznosa obtežbe na ležišče ploščadi
$c =$	0	[cm]	...odmik vnosa obtežbe od roba ležišča
$h_w =$	57	[cm]	...višina stojine na mestu vnosa obtežbe
$t_w =$	2	[cm]	...debelina stojine
$t_f =$	3	[cm]	...debelina pasnice
$k_f =$	5,16	$< 6!!!$	
$k_f =$	5,16		...slika 6.1(c)
$b_f =$	73,2	[cm]	$< 2 \times 15 \times t_f =$ 73,2 [cm]
$m_1 =$	36,6		
$m_2 =$	7,2	$\rightarrow \lambda_f > 0,5$	
$m_2 =$	0,0	$\rightarrow \lambda_f \leq 0,5$	
$F_{cr} =$	13682,0	[kN]	
$\lambda_F =$	0,51		
$\chi_F =$	1,0	$< 1,0!!$	...faktor redukcije dolžine
$\chi_F =$	1,0		
$l_e =$	107,1	[cm]	$\leq s_s + c =$ 30 [cm] ...en.6.13
$l_e =$	30,0	[cm]	



Kontrola spoja med gumo in cevjo odbojnika			
1 VZDOLŽNO privarjena ojačitvena pločevina na cev odbojnika			
$N_{l,Rd}=5k_p f_{y0} t_0^2 (1+0,25\eta)/\gamma_{M5}$	*pločevina vzdolžno privarjena		
$M_{lp,l,Rd}=h_l N_{l,Rd}$			
$M_{op,l,Rd}=0$			
$t_0=$	3 [cm]	*debelina glavnih cevi	
$d_0=$	142 [cm]	*premer glavnih cevi	
$t_1=$	2 [cm]	*debelina polnilnih cevi	
$d_1=$	10,16 [cm]	*premer polnilnih cevi	
$h_1=$	80,0 [cm]	*širina vzdolžne priklj. pločevine	
$t_1=$	2,0 [cm]	*debelina vzdolžne priklj. pločevine	
$A=$	160,0 [cm <sup>2</sup> ]		
$W_{el}=$	2133,3 [cm <sup>3</sup> ]		
$A_0=$	1310,04 [cm <sup>2</sup> ]		
$f_{y0}=$	35,5 [kN/cm <sup>2</sup> ]	S355	
$\gamma_{M5}=$	1,25		
$N_0=$	900 [kN]	*tlak+	
$N_p=$	900 [kN]		
$N_{Ed}=$	1020,0 [kN]	....reakcija pilota	
$M_{Ed}=$	22,0 [kNm]	...moment na vrhu pilota	
$n_p=(\sigma_{p,Ed}/f_{y0})/\gamma_{M5}$			
$n_p=$	0,1	>0...tlak	
$k_p=$	0,95	≤1	
$\eta=h_1/d_0=$	0,56 []	≤4	
$N_{1,Rd}=$	1386,1 [kN]	0,74	OK
$M_{lp,l,Rd}=$	1108,9 [kNm]	0,02	OK
$M_{op,l,Rd}=$	0,0		
Interakcija:			
	0,74 ≤1	OK	
Prebojna strižna porušitev Pr. 7.3			
$\sigma_{max} t_1=(N_{Ed}/A+M_{Ed}/W_{el}) t_1 \leq t_0 \times (f_{y0}/\sqrt{3})/\gamma_{M5}$			
$\sigma_{Ed}=$	7,4 [kN/cm <sup>2</sup> ]		
$\sigma_{max} \leq$	49,2 [kN/cm <sup>2</sup> ]	0,15	OK



2 PREČNO privarjena ojačitvena pločevina na cev odbojnika			
$N_{1,Rd}=k_p f_{y0} t_0^2 (4+20\beta^2)/\gamma_{M5}$	*pločevina prečno privarjena		
$M_{ip,i,Rd}=0$			
$M_{op1Rd}=0,5b_1 N_{1,Rd}$			
$t_0=$	3	[cm]	*debelina glavnih cevi
$d_0=$	142	[cm]	*premer glavnih cevi
$t_1=$	2	[cm]	*debelina pločevine
$d_1=$	10,16	[cm]	*premer polnilnih cevi
$b_1=$	100,0	[cm]	*širina prečne priklj. pločevine
$t_1$	2,0	[cm]	*debelina prečne priklj. pločevine
$A=$	200,0	[cm <sup>2</sup> ]	
$W_{el}=$	3333,3	[cm <sup>3</sup> ]	
$A_0=$	1310,04	[cm <sup>2</sup> ]	
$f_{y0}=$	35,5	[kN/cm <sup>2</sup> ]	S355
$\gamma_{M5}=$	1,25		
$N_0=$	900	[kN]	*tlak+
$N_p=$	900	[kN]	
$N_{Ed}=$	1020,0	[kN]	...pritisak ladje
$M_{Ed}=$	5,0	[kNm]	...moment na vrhu pilota v prečni smeri
$n_p=(\sigma_{p,Ed}/f_{y0})/\gamma_{M5}$			
$n_p=$	0,1		>0...tlak
$k_p=$	0,96		≤1
$\beta=b_1/d_0=$	0,70		≥0,4
$\eta=h_1/d_0=$		[ ]	≤4
$N_{1,Rd}=$	3420,9	[kN]	0,30 OK
$M_{ip,1,Rd}=$	0,0	[kNm]	
$M_{op,1,Rd}=$	1710,4	[kNm]	0,00 OK
Interakcija:			
	0,30	≤1	OK
3.1.2 Prebojna strižna porušitev			
$\sigma_{max} t_1=(N_{Ed}/A+M_{Ed}/W_{el}) t_1 \leq t_0 \times (f_{y0}/\sqrt{3})/\gamma_{M5}$			
$\sigma_{Ed}=$	5,3	[kN/cm <sup>2</sup> ]	
$\sigma_{max} \leq$	49,2	[kN/cm <sup>2</sup> ]	0,11 OK

Izberem pločevino debeline t=20mm prečno glede na cev odbojnika (3kom) in vzdolžno pločevino enake debeline (2 kom).

## Račun verig:

9)Račun verig		
F=	1020 [kN]	...pritisk ladje na odbojnik
$\mu$ =	0,2 []	...koeficient trenja (UHMW-PE panel)
G=	20 [kN]	...teža odbojnika
9.1) Težnostne verige		
n=	2 []	...št. verig
$\alpha$ =	2 [°]	...kot ob max. deformaciji
$F_v$ =SWL=	112,0 [kN]	...sila v verigi
$F_c$ =	3	...varnostni faktor
MBL=	336,0 [kN]	
→izberem verigo CTZ 26, grade Q3		
9.1) Verige za prevzem strižnih sil		
n=	2 []	...št. verig
$\alpha$ =	12 [°]	...kot ob max. deformaciji
$F_v$ =SWL=	104,3 [kN]	...sila v verigi
$F_c$ =	3	...varnostni faktor
MBL=	312,8 [kN]	
→izberem verigo CTZ 26, grade Q3		
9.3)Pritrditvene pločevine za verigo		
$F_c$ =	2	...varnostni faktor
$F_{MBL}$ =	224,0 [kN]	
S355		
$f_y$ =	35,5 [kN/cm <sup>2</sup> ]	
t=	2 [cm]	
$n_{strig}$ =	2 []	
$l_{potr}$ =	2,7 [cm]	

## 4.2 Račun priveznega mesta na morju

### 4.2.1 Zasnova

Posamezno privezno mesto na morju (3 kom) bo temeljeno na sistemu štirih jeklenih pilotov  $\Phi 812.8/12.5\text{mm}$  jekla trdnosti S355J2, od katerih bosta dva natezna, uvertana v lapor in izvedena tako kot pristajalni odbojniki, dva pa tlačna s konico in bosta zabita poševno v naklonu 2:1. Kontrola kompaktnosti prereza rahlo presega zahteve za 3. razred kompaktnosti, tako da je preverjen lokalni uklon glede na določila standarda EN 1993-1-6 (Trdnost in stabilnost jeklenih lupin), kjer se izkaže, da cev pilota ni kritična na tlačni osni (meridialni) uklon in tudi ne na strižni uklon in njuno interakcijo (upoštevanje revizije, november 2017).

## 4.3 Dostopni most

### 4.3.1 Račun dostopnega mostu

(upoštevana pripomba 2.2.2 (a) vmesne revizije JP-28/17, nov. 2017)

Račun je izveden po teoriji drugega reda (ravnotežje na deformirani legi konstrukcije) ob upoštevanju začetnih geometrijskih nepopolnosti in zaostalih napetosti. Slednje upoštevam v obliki dodatnih izbočnih sil v tlačnem pasu paličja. Poleg lastne teže imamo še koristno obtežbo s pešci, obtežbo z vetrom in temperaturno obtežbo. Potresna obtežba ni merodajna, ker je njena sila enaka  $\approx 0,1 \times g \times 4.25 \times 22.2t/2 = 1.3 \text{ kN/m}$  kar je manj kot je celotna faktorirana obtežba vetra na paličje, ki znaša  $1.9 \text{ kN/m}$ , ravno tako tudi možniki prenesejo celotno strižno potresno obremenitev.

Povzetek maksimalnih notranjih statičnih količin glede na značilne elemente dostopnega mostu:

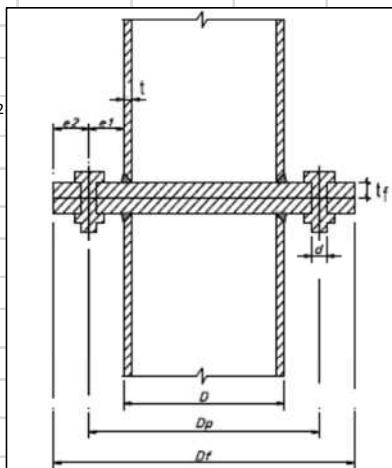
Maximalne obremenitve elementov dostopnega mostu:			
Tlačni pas:		komb. obt:	
$N_{sd} =$	-1220,32 [kN]	C22	
$M_{yd} =$	92,11 [kNm]	C25	
Natezni pas:		komb. obt:	
$N_{sd} =$	2003,52 [kN]	C22	
$M_{yd} =$	11,43 [kNm]	C25	
Horizontalne diagonale:		komb. obt:	
$N_{sd} =$	-77,47 [kN]	C25	
Horizontalne prečne vezi (robne):		komb. obt:	
$N_{sd} =$	-149,16 [kN]	C26	
Horizontalne prečne vezi:		komb. obt:	
$N_{sd} =$	-71,12	C23	
Vertikalne diagonale		komb. obt:	
$N_{sd} =$	-307,12 [kN]	C22	

Kontrola spojev paličja:

Kontrola čelnega spoja paličja s prirobno pločevino: - glede na pripombo 2.2.2 (b) vmesne revizije JP-28/17, nov. 2017.

Prirobna pločevina v nateznem spodnjem pasu:

Članek JCSR_85_2013_Draft.pdf (Argenco, Liege, Belgija)-utrujanje			
$N_t =$	2200,00 [kN]	*natezna osna sila	
$D =$	21,91 [cm]	*zunanji premer cevi	
$t =$	1,42 [cm]	*debelina cevi	
$D_p =$	31 [cm]	*premer linije vijakov	
$D_f =$	39 [cm]	*premer pasnice	8,545
$a_w =$	0,2 [cm]	*debelina zvara	
$e_1 =$	4,6 [cm]	*razdalja od vijakov do cevi	
$e_2 =$	4 [cm]	*razdalja od vijakov do robov pasnice	
$n =$	4 [cm]	*razdalja od natezne sile do vijakov	
$m =$	4,37 [cm]	$m = e_1 - 0,8\sqrt{2} \times a_w$	
$e' =$	3,50 [cm]	$e' = \sqrt{(D_f^2/4) - D_p/2}$	
$k_1 =$	0,414	$k_1 = \ln \frac{D_p}{D - t};$ $k_2 = \frac{1}{2k_1} [2 + k_1 + \sqrt{k_1^2 + 4}];$ $k_3 = \ln \frac{D_p/2 + n}{D/2 - t/2}.$	
$k_2 =$	5,382		
$k_3 =$	0,644		
$f_y =$	35,5 [kN/cm <sup>2</sup> ]		
$t_{fl} =$	3,0 [cm]		
$m_{pl} =$	72,6 [kNcm/cm]		
* $m_{pl}$ pasnice			
*Igarashi			
$t_f \geq \sqrt{(2T/(f_{u,f} \pi k_2))}$			
$f_{u,f} =$	51 [kN/cm <sup>2</sup> ]	(S355, $f_u = 51 \text{ kN/cm}^2$ )	
$t_f \geq$	2,26 [cm]		
$B_u \geq T[1 - 1/k_2 + 1/(k_2 \ln(D_f/D_p))]$			
$B_u \geq$	3571,9 [kN]		
npr. vijaki M30 10.9			
$n_{vij} =$	12		
$B_u =$	4847,0 [kN]		
OK			



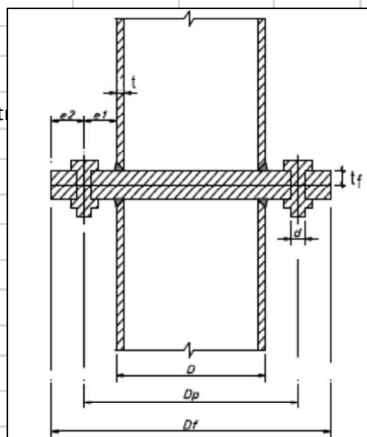
*Eurocode					
1. način porušitve-tečenje prirobnice (tanka pločevina)					
T <sub>1</sub> =	3215,9 [kN]	*plastifikacija pasnice			
η=	0,68 OK				
n <sub>vij.</sub> =	12,0				
A <sub>s</sub> =	5,61 [cm <sup>2</sup> ]				
γ <sub>Mb</sub> =	1,25	$T_1 = 2\pi m_p \left[ 1 + \frac{D + D_p}{2m} \right]$			
F <sub>t,Rd</sub> =	403,9 [kN]				
2. način porušitve-tečenje prirobnice+porušitev po vijakih (vmesna debelina pločevin)					
T <sub>2</sub> =	2369,8 [kN]	*plastifikacija pasnice in odpoved po vijakih			
η=	0,93 OK	$T_2 = \frac{2\pi m_u + nB_u}{m + n}$			
3. način porušitve-porušitev po vijakih (debele pločevine)					
T <sub>3</sub> =	4847,0 [kN]	*odpoved po vijakih (debele pasnice)			
η=	0,45 OK	$T_3 = B_u$			
*Couchaux metoda					
1. način porušitve (tanka prirobnica)					
T <sub>1</sub> =	2660,1 [kN]	$T_1 = 2\pi m_u \left[ 1 + \frac{2}{k_1} \right],$ <i>but</i> $T_1 \leq 2\pi m_u n_u \min \left( 2, 1 + \frac{2\sigma}{\pi m} \right)$			
min=	1,51 OK				
T <sub>1</sub> ≤	8266,64 [kN]				
η=	0,27 OK				
2. način porušitve (vmesna debelina prirobnice)					
T <sub>2</sub> =	2894,0 [kN]	$T_2 = 2\pi m_u \left[ 1 + \frac{1}{k_2} \right] + B_u \left[ 1 - \frac{k_1}{k_2} \right]$			
η=	0,76 OK				
3. način porušitve (debela prirobnica)					
T <sub>3</sub> =	4847,0 [kN]	t <sub>p</sub> >	0,70 [cm]	*EC3	
η=	0,45 OK	$T_3 = B_u$			

Izberem debelino prirobnice pločevine  $t=30\text{mm}$  z odmikom vijakov od roba cevi  $4.5\text{cm}$ . Ves material v izvedbi S355 J2, vijaki kvalitete 10.9 M30, skupaj 12 vijakov.



Prirobna pločevina v zgornjem pasu (pri mostu št. 2 tudi v nategu (max. 200kN) ob nekaterih obtežnih kombinacijah):

Članek JCSR_85_2013_Draft.pdf (Argenco, Liege, Belgija)-utrufanje			
D=	21,91 [cm]	*zunani premer cevi	
t=	1,42 [cm]	*debelina cevi	
D <sub>p</sub> =	31 [cm]	*premer linije vijakov	
D <sub>f</sub> =	39 [cm]	*premer pasnice	8,545
a <sub>w</sub> =	0,2 [cm]	*debelina zvara	
e <sub>1</sub> =	4,6 [cm]	*razdalja od vijakov do cevi	
e <sub>2</sub> =	4 [cm]	*razdalja od vijakov do robov pasnice	
n=	4 [cm]	*razdalja od natezne sile do vijakov	
m=	4,37 [cm]	$m=e_1-0,8\sqrt{2}\times a_w$	
e' =	3,50 [cm]	$e'=\sqrt{(D_f^2/4)-D_p/2}$	
k <sub>1</sub> =	0,414	$k_1 = \ln \frac{D_f}{D-t};$ $k_2 = \frac{1}{2k_1} \left[ 2 + k_1 + \sqrt{k_1^2 + 4} \right];$ $k_3 = \ln \frac{D_f/2+n}{D/2-t/2}.$	
k <sub>2</sub> =	5,382		
k <sub>3</sub> =	0,644		
f <sub>y</sub> =	35,5 [kN/cm <sup>2</sup> ]		
t <sub>fl</sub> =	1,6 [cm]		
m <sub>pl</sub> =	20,7 [kNcm/cm]		
*m <sub>pl</sub> pasnice			
*Igarashi			
$t_f \geq \sqrt{2T/(f_{u,f} \pi k_2)}$			
f <sub>u,f</sub> =	51 [kN/cm <sup>2</sup> ]	...ulitmate st	
t <sub>f</sub> ≥	0,68 [cm]		
$B_u \geq T[1-1/k_2+1/(k_2 \ln(D_f/D_p))]$			
B <sub>u</sub> ≥	324,7 [kN]		
npr. vijaki M30 10.9			
n <sub>vij</sub> =	8		
B <sub>u</sub> =	3231,4 [kN]		
OK			

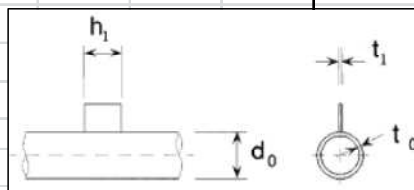


*Eurocode			
1. način porušitve-tečenje prirobnice (tanka pločevina)			
T <sub>1</sub> =	914,7 [kN]	*plastifikacija pasnice	
η=	0,22 OK		
n <sub>vij</sub> =	12,0		
A <sub>s</sub> =	5,61 [cm <sup>2</sup> ]		
γ <sub>Mb</sub> =	1,25	$T_1 = 2\pi m_p \left[ 1 + \frac{D + D_p}{2m} \right]$	
F <sub>t,Rd</sub> =	403,9 [kN]		
2. način porušitve-tečenje prirobnice+porušitev po vijakih (vmesna debelina pločevin)			
T <sub>2</sub> =	2330,9 [kN]	*plastifikacija pasnice in odpoved po vijakih	
η=	0,09 OK	$T_2 = \frac{2\pi m_u + nB_u}{m + n}$	
3. način porušitve-porušitev po vijakih (debele pločevine)			
T <sub>3</sub> =	4847,0 [kN]	*odpoved po vijakih (debele pasnice)	
η=	0,04 OK	$T_3 = B_u$	
*Couchaux metoda			
1. način porušitve (tanka prirobnica)			
T <sub>1</sub> =	756,6 [kN]	$T_1 = 2\pi m_u \left[ 1 + \frac{2}{k_1} \right],$ $but \quad T_1 \leq 2\pi m_u n_b \min \left( 2; 1 + \frac{2g}{\pi m} \right)$	
min=	1,51 OK		
T <sub>1</sub> ≤	2351,40 [kN]		
η=	0,09 OK		
2. način porušitve (vmesna debelina prirobnice)			
T <sub>2</sub> =	2060,3 [kN]	$T_2 = 2\pi m_u \left[ 1 + \frac{1}{k_3} \right] + B_u \left[ 1 - \frac{k_1}{k_3} \right]$	
η=	0,10 OK		
3. način porušitve (debela prirobnica)			
T <sub>3</sub> =	4847,0 [kN]	t <sub>p</sub> >	0,70 [cm] *EC3
η=	0,04 OK	$T_3 = B_u$	

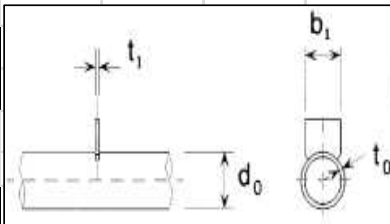
Izberem debelino prirobne pločevine  $t=16\text{mm}$  z odmikom vijakov od roba cevi  $4.5\text{cm}$ . Ves material v izvedbi S355 J2, vijaki kvalitete 10.9 M30, skupaj 6 vijakov.

## Kontrola pločevin na spoju med pilotom $\Phi 508/8$ mm in spodnjim pasom dostopnega mostu št. 2:

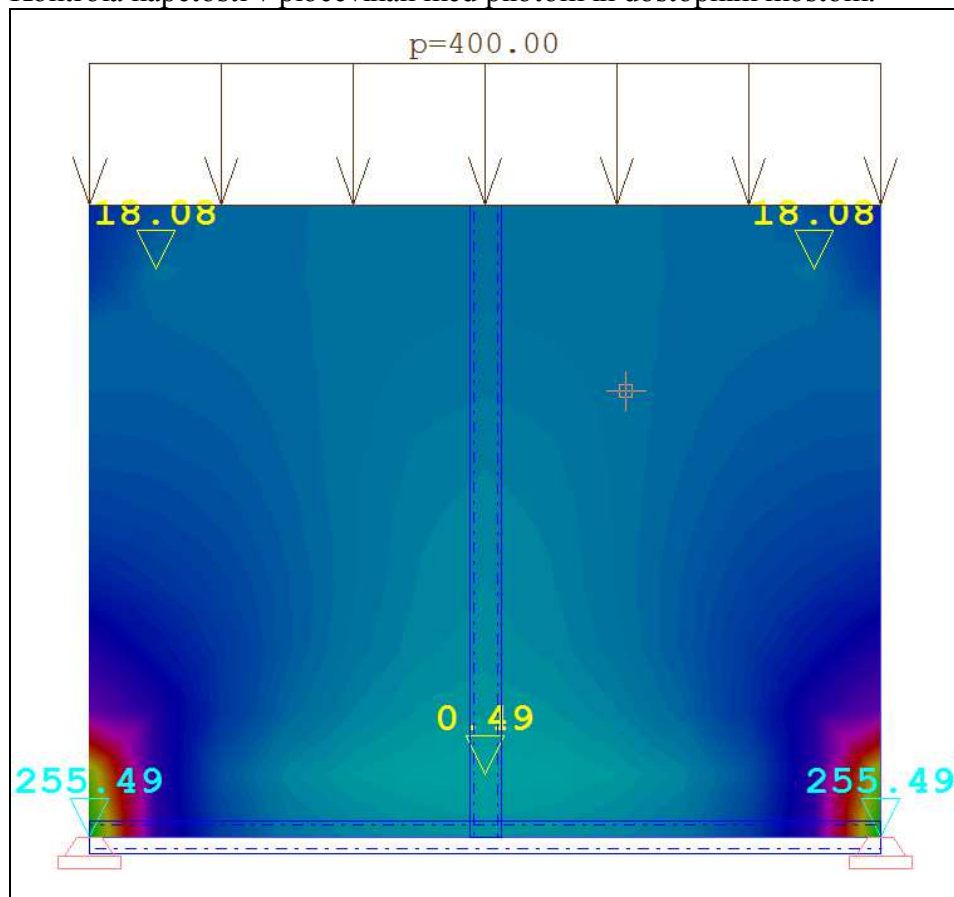
3.1 Porušitev stene pasu glavne cevi v stiku s pločevino ležišča pri PILOTU Ø508/8mm Pr. 7.3				
3.1.1 VZDOLŽNO privarjena ojačitvena pločevina nad pilotom				
$N_{i,Rd}=5k_p f_{y0} t_0^2 (1+0,25\eta)/\gamma_{M5}$		*pločevina vzdolžno privarjena		
$M_{ip,i,Rd}=h_i N_{i,Rd}$				
$M_{op,i,Rd}=0$				
$t_0=$	1,42	[cm]	*debelina glavnih cevi	
$d_0=$	21,91	[cm]	*premer glavnih cevi	
$t_1=$	0,56	[cm]	*debelina polnilnih cevi	
$d_1=$	10,16	[cm]	*premer polnilnih cevi	
$h_1=$	22,0	[cm]	*širina vzdolžne priklj. pločevine	
$t_1=$	2,0	[cm]	*debelina vzdolžne priklj. pločevine	
$A=$	44,0	[cm <sup>2</sup> ]		
$W_{el}=$	161,3	[cm <sup>3</sup> ]		
$A_0=$	91,41	[cm <sup>2</sup> ]		
$f_{y0}=$	35,5	[kN/cm <sup>2</sup> ]	S355	
$\gamma_{M5}=$	1,25			
$N_0=$	240	[kN]	*tlak+	
$N_p=$	240	[kN]		
$N_{Ed}=$	300,0	[kN]	....reakcija pilota	
$M_{Ed}=$	22,0	[kNm]	...moment na vrhu pilota	
$n_p=(\sigma_{p,Ed}/f_{y0})/\gamma_{M5}$				
$n_p=$	0,2		>0... tlak	
$k_p=$	0,95		$\leq 1$	
$\eta=h_1/d_0=$	1,00	[ ]	$\leq 4$	
$N_{1,Rd}=$	339,2	[kN]	0,88	OK
$M_{ip,i,Rd}=$	74,6	[kNm]	0,29	OK
$M_{op,1,Rd}=$	0,0			
Interakcija:				
0,97		$\leq 1$	OK	
3.1.2 Prebojna strižna porušitev Pr. 7.3				
$\sigma_{max} t_1=(N_{Ed}/A+M_{Ed}/W_{el}) t_1 \leq t_0 \times (f_{y0} / \sqrt{3}) / \gamma_{M5}$				
$\sigma_{Ed}=$	20,5	[kN/cm <sup>2</sup> ]		
$\sigma_{max} \leq$	23,3	[kN/cm <sup>2</sup> ]	0,88	OK



3.1.2 PREČNO privarjena ojačitvena pločevina nad pilotom Pr. 7.3			
$N_{1,Rd}=k_p f_{y0} t_0^2 (4+20\beta^2)/\gamma_{M5}$		*pločevina prečno privarjena	
$M_{ip,i,Rd}=0$			
$M_{op1,Rd}=0,5b_1 N_{1,Rd}$			
$t_0=$	1,42 [cm]	*debelina glavnih cevi	
$d_0=$	21,91 [cm]	*premer glavnih cevi	
$t_1=$	0,56 [cm]	*debelina polnilnih cevi	
$d_1=$	10,16 [cm]	*premer polnilnih cevi	
$b_1=$	20,0 [cm]	*širina prečne priklj. pločevine	
$t_1$	2,0 [cm]	*debelina prečne priklj. pločevine	
$A=$	40,0 [cm <sup>2</sup> ]		
$W_{el}=$	133,3 [cm <sup>3</sup> ]		
$A_0=$	91,41 [cm <sup>2</sup> ]		
$f_{y0}=$	35,5 [kN/cm <sup>2</sup> ]	S355	
$\gamma_{M5}=$	1,25		
$N_0=$	240 [kN]	*tlak+	
$N_p=$	240 [kN]		
$N_{Ed}=$	300,0 [kN]	....reakcija pilota	
$M_{Ed}=$	5,0 [kNm]	...moment na vrhu pilota v prečni smeri	
$n_p=(\sigma_{p,Ed}/f_{y0})/\gamma_{M5}$			
$n_p=$	0,2	>0...tlak	
$k_p=$	0,94	$\leq 1$	
$\beta=b_1/d_0=$	0,91	$\geq 0,4$	
$\eta=h_1/d_0=$	[]	$\leq 4$	
$N_{1,Rd}=$	1113,3 [kN]	0,27	OK
$M_{ip,1,Rd}=$	0,0 [kNm]		
$M_{op,1,Rd}=$	111,3 [kNm]	0,04	OK
Interakcija:			
0,27	$\leq 1$	OK	



Kontrola napetosti v pločevinah med pilotom in dostopnim mostom:

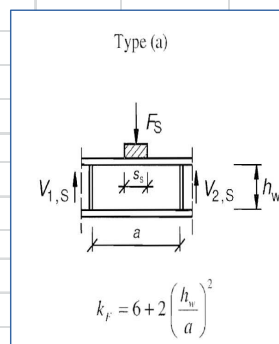


Maksimalna rezultantna napetost  $25.5 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \text{OK}$

## Kontrola stabilnosti pločevin med pilotom in dostopnim mostom:

Kontrola stabilnosti stojine med pilotom in spodnjim pasom mostu			
1) Geometrija			
h=	40	[cm]	...celotna višina jeklene škatlaste konstrukcije
b=	20	[cm]	---širina na mestu vnosa obtežbe iz cevi mostu v pločevino
t=	1,6	[cm]	...debelina stojine
n=	1	[]	...št. navpičnih pločevin
k <sub>σ</sub> =	4	[]	
10.2) Material			
f <sub>y</sub> =	35,5	[kN/cm <sup>2</sup> ]	S355
ε=	0,814	[]	$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y [N/mm^2]}}$
E=	21000	[kN/cm <sup>2</sup> ]	
ν=	0,3	[]	
EN 1993-1-5			
4 Uklon pločevin panela zaradi direktnih napetosti			
4.4 Pločevine brez vzdolžnih ojačitev			
Vmesne pločevine			
ψ=	1,00		$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \frac{\bar{b}/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_\sigma}}$
k <sub>σ</sub> =	4		
λ <sub>p,rel</sub> =	0,54		
→ λ <sub>p,rel</sub> ≤	0,67	→ ρ=1	
$\bar{\lambda}_{p, \rho} \leq 0,5 + \sqrt{0,085 - 0,055 \psi}$			
4.6 Verifikacija			
l=	0,35	[m]	
F=	320	[kN]	
N <sub>Ed</sub> =	320,00	[kN]	
M <sub>Ed</sub> =	0	[kNm]	
h <sub>w</sub> =	38,4	[cm]	
t <sub>w</sub> =	1,6	[cm]	
b <sub>f</sub> =	39,1	[cm]	
t <sub>f</sub> =	1,6	[cm]	
A=	32,00	[cm <sup>2</sup> ]	$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{f_y A_{eff}} + \frac{M_{Ed} + N_{Ed} e_N}{f_y W_{eff}} \leq 1,0$
I <sub>y</sub> ≈	7549,75	[cm <sup>4</sup> ]	
W <sub>eff</sub> =W≈	393,22	[cm <sup>3</sup> ]	
η <sub>1</sub> =	0,31	OK	

5.1 Strižna odpornost:			
Stojine:			
$\eta =$	1,2	S355	(do S420) $\frac{72}{\eta} \varepsilon$
$h_w/t \leq$	48,8		
$h_w/t_{dej} =$	25,00	OK	→ kontrola strižnega uklona ni potrebna
$h_w =$	38,4	[cm]	
$t_w =$	2	[cm]	
$\lambda_{w,rel} =$	0,27	$< 0,83/\eta =$	0,69
$\rightarrow \chi_w =$	1,2		
$V_{bw,Rd} =$	1717,2	[kN]	$<$ 1431,0 [kN]
*upoštevati samo prispevek stojine			
$V_{sd} =$	0	[kN]	
$\eta_3 =$	0,00	OK	$\leq 0,5$ ; OK, ni interakcije
6 Odpornost na vnos prečnih sil			
6.2.			
$s_s =$	20	[cm]	...širina raznosa obtežbe na ležišče ploščadi
$c =$	0	[cm]	...odmik vnosa obtežbe od roba ležišča
$h_w =$	38,4	[cm]	...višina stojine na mestu vnosa obtežbe
$a =$	49,2	[cm]	...razmak med stenama pilota-diametralno
$t_w =$	1,6	[cm]	...debelina stojine
$t_f =$	2	[cm]	...debelina pasnice
$k_f =$	7,22		...tip (a)
$k_f =$	7,22		...slika 6.1(a)
$b_f =$	48,8	[cm]	$< 2 \times 15 \times t_f =$ 48,8 [cm]
$m_1 =$	30,5		
$m_2 =$	7,4	$\rightarrow \lambda_f > 0,5$	
$m_2 =$	0,0	$\rightarrow \lambda_f \leq 0,5$	
$F_{cr} =$	14552,1	[kN]	
$\lambda_f =$	0,36		
$\chi_f =$	1,4	$< 1,0!!$	...faktor redukcije dolžine
$\chi_f =$	1,0		
$l_e =$	142,3	[cm]	$\leq s_s + c =$ 20 [cm] ...en.6.13
$l_e =$	20,0	[cm]	



$I_y =$	46,1 [cm]	...en. 6.10 ≤ a	49,2 ...slika 6.1 (a)
$I_y =$	42,1 [cm]	...en. 6.11	...slika 6.1 (c)
$I_y =$	32,3 [cm]	...en. 6.12	...slika 6.1 (c)
$I_y =$	32,3 [cm]		...slika 6.1 (c)
$L_{eff} =$	46,09 [cm]	...dolžina raznosa obtežbe	
$F_{Rd} =$	2380,2 [kN]		
$F_{Ed} =$	320 [kN]	OK	$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}}$
$\eta_2 =$	0,13		
7) Interakcija strig, upogib, osna sila			
$\eta_2 + 0,8\eta_1 =$	0,38 < 1,4	OK	$\eta_2 + 0,8\eta_1 \leq 1,4$

Type (b)

$k_F = 3,5 + 2 \left( \frac{h_w}{a} \right)^2$

Izberem 3 prečne pločevine širine  $t=20\text{mm}$  in eno vzdolžno pločevino  $t=20\text{mm}$  vse v kvaliteti S355 J2 med pilotom in spodnjim pasom dostopnega mostu št. 2.

Podobno kot je podprt pohodni most št. 2 s pilotom (preko sistema vertikalnih med seboj pravokotnih pločevin  $t=20\text{mm}$ ), podpremo zgornji pas pohodnih mostov (cevi  $\Phi 219.1/14.2\text{mm}$ ) enako s sistemom dveh prečnih vertikalnih ojačitvenih pločevin debeline  $t=20\text{mm}$ , ki objameta cevni profil paličnega nosilca in še dodatno v vzdolžni smeri cevi s pločevino enake debeline  $t=20\text{mm}$ , ki poteka od zgornjega roba cevi do spodnje horizontalne podložne pločevine  $t=30\text{mm}$ .

#### 4.3.2 Račun pilota dostopnega mostu

Dostopni most, ki povezuje privezno mesto PM1 in odbojnik ODB1 je potrebno zaradi deformacije odbojnika ob pristajanju ladje in fiskne pozicije odbojnika pritrditi na privezno mesto PM1 in na vertikalni jekleni pilot  $\Phi 508/8\text{mm}$  S275J2, tako da ni v stiku z odbojnikom ODB1.

Pilot povežemo preko ojačitvenih pločevin na spodnji pas dostopnega mostu.

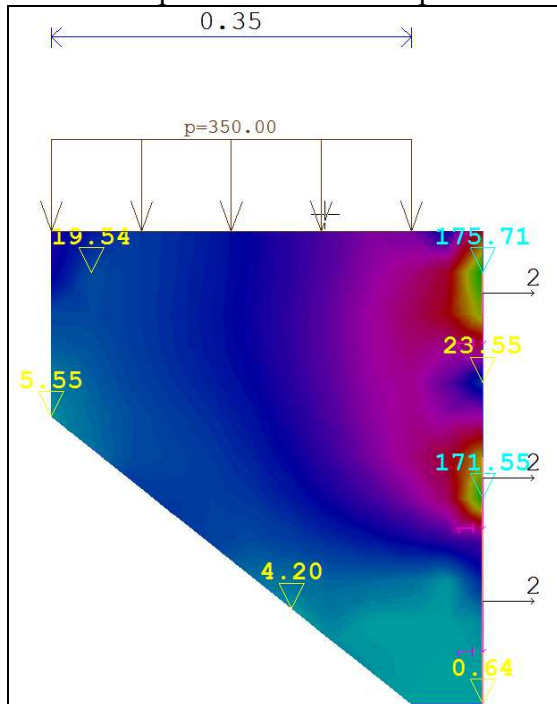
Maksimalna tlačna osna sila v pilotu znaša 330kN.

Globina zabijanja pilota ostane enaka kot je bila predhodno, in sicer -20.5m (G) na koto laporja.



### 4.3.3 Račun jeklenega ležišča med pohodnim mostom in betonskimi elementi (privezno mesto 1, robni betonski nosilec Ro-Ro ploščadi)

Kontrola napetosti v vertikalnih pločevinah:



Maksimalne rezultantne napetosti  $\sigma=17.2\text{kN/cm}^2 \rightarrow \text{OK}$

Kontrola stabilnosti vertikalnih veznih pločevin:

Kontrola stabilnosti stojine med ležiščem mostu in betonsko steno			
1) Geometrija			
h=	46 [cm]	... višina stojine jeklenega ležišča, sidranega v beton	
t=	1,5 [cm]	...debelina stojine	
n=	1 []	...št. navpičnih pločevin	
k <sub>o</sub> =	4 []		
10.2)Material			
f <sub>y</sub> =	35,5 [kN/cm <sup>2</sup> ]	S355	$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y [N/mm^2]}}$
ε=	0,814 []		
E=	21000 [kN/cm <sup>2</sup> ]		
v=	0,3 []		
EN 1993-1-5			
4 Uklon pločevin panela zaradi direktnih napetosti			
4.4 Pločvine brez vzdolžnih ojačitev			
Vmesne pločvine			
ψ=	1,00		
k <sub>o</sub> =	4		
λ <sub>p,rel</sub> =	0,66	$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \frac{b/t}{28,4 \epsilon \sqrt{k_p}}$	
→λ <sub>p,rel</sub> ≤	0,67 →ρ=1		
$\bar{\lambda}_{p, \rho} \leq 0,5 + \sqrt{0,085 - 0,055 \psi}$			
4.6 Verifikacija			
l=	0,35 [m]		
F=	120 [kN]		
N <sub>Ed</sub> =	0,00 [kN]		
M <sub>Ed</sub> =	42 [kNm]		
h <sub>w</sub> =	44,0 [cm]		
t <sub>w</sub> =	1,5 [cm]		
b <sub>f</sub> =	48,8 [cm]		
t <sub>f</sub> =	2,0 [cm]		
I <sub>y</sub> ≈	10648,00 [cm <sup>4</sup> ]		
W <sub>eff</sub> =W≈	484,00 [cm <sup>3</sup> ]	$\eta_i = \frac{N_{Ed}}{f_y A_{eff}} + \frac{M_{Ed} + N_{Ed} e_N}{f_y W_{eff}} \leq 1,0$	
η <sub>i</sub> =	0,27 OK		

5.1 Strižna odpornost:			
Stojine:			
$\eta =$	1,2	S355	(do S420) $\frac{72}{\eta} \epsilon$
$h_w/t \leq$	48,8		
$h_w/t_{de} =$	30,67	OK	→ kontrola strižnega uklona ni potrebna
$h_w =$	44,0	[cm]	
$t_w =$	1,5	[cm]	
$\lambda_{w,rel} =$	0,42	$< 0,83/\eta =$	0,69 $\bar{\lambda}_w = \frac{h_w}{86,4 t \epsilon}$
→ $\chi_w =$	1,2		
$V_{bw,Rd} =$	1475,7	[kN]	$< 1542,8$ [kN]
*upoštevan samo prispevek stojine			
$V_{sd} =$	120	[kN]	
$\eta_3 =$	0,08	OK	$\leq 0,5$ ; OK, ni interakcije
6 Odpornost na vnos prečnih sil			
6.2.			
$s_s =$	10	[cm]	...širina raznosa obtežbe na ležišče ploščadi
$c =$	0	[cm]	...odmik vnosa obtežbe od roba ležišča
$h_w =$	25	[cm]	...višina stojine na mestu vnosa obtežbe
$t_w =$	1,5	[cm]	...debelina stojine
$t_f =$	2	[cm]	...debelina pasnice
$k_F =$	4,40	$< 6!!!$	
$k_F =$	4,40		...slika 6.1(c)
$b_f =$	48,8	[cm]	$< 2 \times 15 \times t_f = 48,8$ [cm]
$m_1 =$	32,5		
$m_2 =$	3,1	→ $\lambda_F > 0,5$	
$m_2 =$	0,0	→ $\lambda_F \leq 0,5$	
$F_{cr} =$	11226,6	[kN]	
$\lambda_F =$	0,32		
$\chi_F =$	1,5	$< 1,0!!$	...faktor redukcije dolžine
$\chi_F =$	1,0		
$l_e =$	117,1	[cm]	$\leq s_s + c = 10$ [cm] ...en.6.13
$l_e =$	10,0	[cm]	
$l_y =$	23,3		...en. 6.11 ...slika 6.1 (c)
$l_y =$	21,9		...en. 6.12
$l_y =$	21,9	[cm]	
$L_{eff} =$	21,94	[cm]	...dolžina raznosa obtežbe
$F_{Rd} =$	1062,3	[kN]	
$F_{Ed} =$	120	[kN]	OK $F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}}$
$\eta_2 =$	0,11		
7) Interakcija strig, upogib, osna sila			
$\eta_2 + 0,8\eta_1 =$	0,33	$< 1,4$	OK $\eta_2 + 0,8\eta_1 \leq 1,4$

Izberem vertikalno vezno pločevino  $t=15\text{mm}$  (3kom) pod posamezno cevjo zgornjega pasu dostopnega mostu.

## Kontrola čelne pločevine, sidrane v beton:

<b>1 Zasnova</b>			
Kontrola spoja JEKLO-BETON			
<b>2 Obtežba</b>			
$\alpha =$	0	[°]	
$F =$	120	[kN]	
$F_h =$	120,00	[kN]	
$F_v =$	0,00	[kN]	
<b>3 Obremenitve</b>			
$l =$	0,4	[m]	
$N_{sd} =$	0,00	[kN]	*natezna osna sila
$M_{sd} =$	48,00	[kNm]	
$V_{sd} =$	120,00	[kN]	
<b>4 Dimenzioniranje</b>			
Razred kompaktnosti:			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	$f_y$	[MPa]	
$\epsilon =$	0,814		
4.2 Kontrola čelne pločevine in vijakov:			
Natezna sila na najbolj obremenjenem vijaku:			
razdalje vijakov od nevtralne osi (tangento na cev polderja, na polovici njene debeline)			
		št. vrst:	
$r_1 =$	0	[cm]	
$r_2 =$	0	[cm]	$\Sigma r_i^2 =$ 9984,00 [cm <sup>2</sup> ]
$r_3 =$	0	[cm]	3 6
$r_4 =$	32	[cm]	3 $F_{max} = M_{sd} * r_{max} / \Sigma r_i^2$ *elastična razporeditev
$r_5 = r_{max}$	48	[cm]	3
$n_{vijakov} =$	6	[]	
$F_{sd} =$	23,08	[kN]	*natezna obremenitev na 1 vijak
$F_{v, sd} =$	20,00	[kN]	*strižna obremenitev na 1 vijak
Potrebna dimenzija vijaka:			
$A_s \geq F_{sd} * V_{Mb} / (0,85 * 0,9 * f_{ub})$		Vijaki kv. M8.8	
$A_s \geq$	0,47	[cm <sup>2</sup> ]	$V_{Mb} =$ 1,25
$\Phi_h \geq$	0,77	[cm]	$f_u =$ 80 [kN/cm <sup>2</sup> ]
$F_{t, Rd} =$	60,37	[kN]	$V_{M0} =$ 1,0

M16, $A_s =$	1,57 [cm <sup>2</sup> ]						
Izberem vijake M20 8.8 (6x).							
Kontrola na prestrig vijaka:							
$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{Mb}$							
$F_{v,Rd} =$	51,24 [kN]						
$F_{v,Sd} \leq F_{v,Rd}$	OK					0,39	
Interakcija nateg-strig							
$F_{v,Sd} / F_{v,Rd} + F_{t,Sd} / (1,4 \cdot F_{t,Rd}) \leq 1,0$							
0,66 $\leq$ 1						OK	
Kontrola na bočni pritisk:							
$t \geq F_{v,Sd} \cdot \gamma_{Mb} / (2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t)$		$\alpha = \min\{e_1 / (3 \cdot d_0), p_1 / (3 \cdot d_0) - 1/4, f_{ub} / f_{ur}, 1\}$					
$t \geq$	0,14 [cm]						
vzamem $t =$	1,6 [cm]	$\phi =$	30 [°]				
$F_{b,Rd} = 2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{Mb}$							
$F_{b,Rd} =$	236,52 [kN]	$d_0 =$	2,3 [cm]				
		$p_1 =$	10,00 [cm]				
$e_2 =$	3,45 [cm]	$e_1 =$	5,00 [cm]				
$e_2 / d_0 =$	1,50	$f_u =$	51 [kN/cm <sup>2</sup> ]				
		$f_{ub} =$	80 [kN/cm <sup>2</sup> ]			vijak M8.8	
$F_{b,Rd,red} =$	236,52 [kN]	$\alpha = \min:$	0,72	1,20	1,57	1	
		$\alpha =$	0,72				
$F_{v,Sd} \leq F_{b,Rd,r}$	OK					0,08	
$t^* \geq$	0,14 [cm]						
Kontrola preboja pločevine:							
$B_{p,Rd} = (0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot f_u / \gamma_{Mb}) \cdot t_p \geq F_{t,Rd}$		$d_m =$	2,467 [cm]				
$t_p \geq$	0,32 [cm]	S355, $f_u =$	51 [kN/cm <sup>2</sup> ]				

Izbrani so vijaki M20 8.8, sidrani v beton s Hilti maso HIT HY 200 v globino 25cm.

SPOJ JEKLO-BETON: NADOMESTNA T-pasnica			
a=	0,5	[cm]	...debelina zvara
e <sub>stojina</sub> =	4	[cm]	...odmik osi vijakov od roba stojine
m=	3,43	[cm]	
e <sub>min</sub> =	3	[cm]	...razdalja do zunanjega roba
vijak:			
n <sub>vijakov</sub> =	2	[ ]	...št. vijakov v nadomestni T-pasnici
n <sub>vrst.vijakov</sub>	1		
f <sub>ub</sub> =	80	[kN/cm <sup>2</sup> ]	
M=	1,6	[cm]	...premer vijaka
A <sub>s</sub> =	1,57	[cm <sup>2</sup> ]	
h=	1	[cm]	...višina glave vijaka
m=	1,3	[cm]	...višin matice
d <sub>w</sub> =	3,0	[cm]	...premer okrog matice vijaka
t <sub>podl</sub> =	0,3	[cm]	...debelina podložke vijaka
d <sub>podlitje</sub> =	0,0	[cm]	...debelina podlitja
e <sub>w</sub> =	0,8	[cm]	
γ <sub>M2</sub> =	1,25		
F <sub>t,Rd</sub> =	90,4	[kN]	...natezna nosilnost 1 vijaka
t <sub>f</sub> =	1,5	[cm]	...debelina pasnice (čelne pločevine)
l=	3,0	[cm]	...dolžina vijaka (kjer imamo npr 2 pločevini)
l <sub>sidr</sub> =	20,0	[cm]	...sidrna dolžina (npr. sidranje v beton)
L <sub>b1</sub> =	4,75	[cm]	...dolžina raztezka vijaka
L <sub>b2</sub> =	15,1	[cm]	...dolžina raztezka vijaka, sidranega v beton
L <sub>b</sub> *=	13,3	[cm]	

MODE1			
Brez dodatnih nateznih sil:			
F <sub>T,1-2,Rd</sub> =	132,1	[kN]	

Izberem čelno pločevino debeline t=20mm, S355 J2.

Blaž Velkavrh, univ. dipl. ing. gradb.

Ljubljana, avgust 2018

